云 南 植 物 研 究　1996; 增刊Ⅷ: 59—77
Acta Botanica Yunnanica

云南假百合属核型研究*

虞泓　黄瑞复 臧玉洁
(云南大学生物系, 昆明 650091)
(云南大学进化生态学研究实验室, 昆明 650091)

摘要　本文对云南假百合属的 2 种 5 个居群作了核型研究，其中包括部分组织培养的实验材料。结果如下:

1. 假百合 Notholirion bulbuliferum (Lingelsh) Stearn

1) 中甸碧塔海居群

	K.F.	K.T.	As.K.%
	2n＝2x＝24＝2m+2sm+14st+6t	3B	81.34
	2n＝2x＝24＝2m+2sm+10st+10t	3A	84.11
组培	2n＝2x＝24＝2m+2sm+10st+10t	3B	83.05
组培	2n＝4x＝48＝5m+2sm+15st+26t	3B	82.21
组培	2n＝4x＝48＝5m+2sm+26st+15t	3B	81.58

2) 中甸大雪山居群

	K.F.	K.T.	As.K.%
	2n＝2x＝24＝2m+8st+14t	3B	84.14
	2n＝2x＝24＝2m+1sm+9st+12t	3B	83.65
	2n＝2x＝24＝2m+2sm+12st+8t	3A	82.78

2. 钟花假百合 *N. campanulatum* Cotton et Stearn

3) 宁蒗小雪山居群

	K.F.	K.T.	As.K.%
	2n＝2x＝24＝2m(2SAT)+2sm+8st(2SAT)+12t	3B	81.33
	2n＝2x＝24＝3m(2SAT)+1sm+8st(3SAT)+12t	3B	79.69
组培	2n＝2x＝24＝2m(2SAT)+4sm+6st+12t	3B	81.32

4) 维西维登居群

	K.F.	K.T.	As.K.%
组培	2n＝2x＝24＝2m+1sm+9st(2SAT)+12t	3A	82.15
组培	2n＝2x＝24＝2m+3sm+8st(SAT)+11t	3B	81.62

5) 贡山东哨房居群

	K.F.	K.T.	As.K.%
	2n＝2x＝24＝4m(2SAT)+10st(4SAT)+10t	3B	81.28
	2n＝2x＝24＝2m(2SAT)+2sm+6st+14t	3B	81.76
	2n＝3x＝36＝2m+3sm+10st(SAT)+21t	3B	85.41
	2n＝3x＝36＝3m+2sm+13st+18t	3B	82.73
	2n＝3x＝36＝3m+2sm+13st+18t	3B	82.32

• 国家自然科学基金(39170063)和中国科学院植物研究所系统与进化开放研究实验室资助
1995-05-31 收稿, 1995-12-06 修回

可以看出，假百合属其染色体系统不稳定，种间分化较明显，种内分化剧烈，居群内存在丰富的染色体多态性，居群间存在明显的核型多型性。假百合属植物的进化常通过染色体倍性变异和结构变异来实现。

关键词 假百合属，云南，核型，居群

A KARYOTYPICAL STUDY IN NOTHOLIRION FROM YUNNAN

YU Hong, HUANG Rui-Fu, ZANG Yu-Jie

(*Biology Department, Yunnan University*, Kunming 650091)

(*Laboratory of Evolutionary Ecology, Yunnan University*, Kunming 650091)

Abstract Five populations of two taxa of *Notholirion* from Yunnan were karyotypically studied, including some experimental material from culture.The results are summarized as follows:

1. *Notholirion bulbuliferum* (Lingelsh) Stearn

1) Bitahai population from Zhongdian

	K.F.	K.T.	As.K.%
	2n = 2x = 24 = 2m+2sm+14st+6t	3B	81.34
	2n = 2x = 24 = 2m+2sm+10st+10t	3A	84.11
culture	2n = 2x = 24 = 2m+2sm+10st+10t	3B	83.05
culture	2n = 4x = 48 = 5m+2sm+15st+26t	3B	82.21
culture	2n = 4x = 48 = 5m+2sm+26st+15t	3B	81.58

2) Daxueshan population from Zhongdian

	K.F.	K.T.	As.K.%
	2n = 2x = 24 = 2m+8st+14t	3B	84.14
	2n = 2x = 24 = 2m+1sm+9st+12t	3B	83.65
	2n = 2x = 24 = 2m+2sm+12st+8t	3A	82.78

2. *N. campanulatum* Cotton et Stearn

3) Xiaoxueshan population from Ninlang

	K.F.	K.T.	As.K.%
	2n = 2x = 24 = 2m(2SAT)+2sm+8st(2SAT)+12t	3B	81.33
	2n = 2x = 24 = 3m(2SAT)+1sm+8st(3SAT)+12t	3B	79.69
culture	2n = 2x = 24 = 2m(2SAT)+4sm+6st+12t	3B	81.32

4) Viden population from Vixi

	K.F.	K.T.	As.K.%
culture	2n = 2x = 24 = 2m+1sm+9st(2SAT)+12t	3A	82.15
culture	2n = 2x = 24 = 2m+3sm+8st(SAT)+11t	3B	81.62

5) Dongshaofang population from Gongshan

	K.F.	K.T.	As.K.%
	2n = 2x = 24 = 4m(2SAT)+10st(4SAT)+10t	3B	81.28
	2n = 2x = 24 = 2m(2SAT)+2sm+6st+14t	3B	81.76
	2n = 3x = 36 = 2m+3sm+10st(SAT)+21t	3B	85.41
	2n = 3x = 36 = 3m+2sm+13st+18t	3B	82.73
	2n = 3x = 36 = 3m+2sm+13st+18t	3B	82.32

Above all, the chromosomal system is not stable in *Notholirion*. The interspecific differentiation is obvious between species. The intraspecific differentiation is terribly astonishing. There are rich polymorphism of chromosomes in population There are obvious polytypism of karyotypes between population. In *Notholirion*, the evolution is performed by number variation and structral aberration in chromosome.

Key words *Notholirion*, Yunnan, Karyotype, Population

假百合属 *Notholirion* Wall. ex Boiss 隶属于百合科百合族，全属共 4 种，我国有 3 种[1]。梁松筠[2]认为该属有 5 种，我国有 3 种，集中分布于喜马拉雅至我国西南部，另外 2 种分布于伊朗、阿富汗和喜马拉雅，其分布区在伊朗-土兰区内，该属为西亚-喜马拉雅-中国西南区分布类型。我国 3 种假百合分布于中国-喜马拉雅区，位于百合属分布区边缘，并与豹子花属分布区相重叠。假百合属在我国分化十分剧烈[3]。吴征镒和李恒等[4]认为横断山区是假百合属的起源地和分化中心。该属植物已做过染色体计数和核型报道[5—7]。云南共有假百合植物 3 种，主要分布于横断山区海拔 2800—4500 m 的草甸、灌丛、林缘、林下和溪边。本文研究云南的 2 种假百合共 5 个居群的核型，目的在于进一步探讨其遗传多样性及其进化趋势。

材料与方法

实验用材料均采自滇西北横断山区（表 1)。引种于云南大学校园（海拔 1890 m)，引种后植株退化变小。部分材料通过组织培养提供实验。每份材料用于核型实验的个体数均在 10 个或 10 个以上。本文中所描述的核型，为居群内多态性的代表。凭证标本存放于云南大学生物系标本室。

采用植物染色体常规压片法[8]。取鳞茎，小鳞茎和种子萌发根尖，在 0.05% 秋水仙碱溶液中低温（4℃）处理 28—30 h, 用 Cannoy 固定液固定 8—12 h, 转入 70% 的酒精中保存, 制片时用 1 mol / L HCl 在室温（约 20℃）下解离根尖 5—7 min, 水洗净后，卡宝

表 1 实验材料来源

Table 2 The origin of the experimental material

种　名 species	产　地 localities	生境及海拔 habitat and altitude	标本号 vouchers	备注 others
假百合	中甸: 碧塔海	灌丛、林缘、溪边	YH930901504	部分组培*
Notholirion bulbuliferum		3400—3500 m		蒴果内种子
(Lingelsh) Stearn	中甸: 大雪山	灌丛、流石滩	Yh9306011	受精率 72%
		3600—4500 m		种子萌发率 90%
钟花假百合	宁蒗: 小雪山	灌丛, 草甸 3500 m	YH9306018	部分组培
Notholirion campanulatum	维西: 维登	灌丛 3600 m	F93011	全部组培
Cotton et Stearn	贡山: 东哨房	灌丛 3500 m	YH89090	

*组培材料用小鳞茎, 组培 90 d 后取生长根尖用于核型实验, MS 培养基加入激素: BA (0.5—1.5 mg / L), NAA (0.5—1.0 mg / L), GAS (0.5—1.0 mg / L)。



图 1 假百合碧塔海居群静止核、分裂前期和中期染色体形态

Fig. 1 Photomicrographs of chromosomes at interphase, prophase, and metaphase in the tip cell of Bitahai population from Zhongdian in *Notholirion bulbuliferum*.

A. metaphase (× 1080); B. metaphase (×890); C. metaphase (×970, culture); F. interphase (×850);

G. prophase (×880)

品红染色，压片。核型分析按李懋学和陈瑞阳[9]的标准。核型类型划分按 Stebbins[10]的分类标准。核型不对称系数（As.K%＝长臂总长／全组染色体总长×100）按 Arano[11]的方法，比值越大，越不对称。

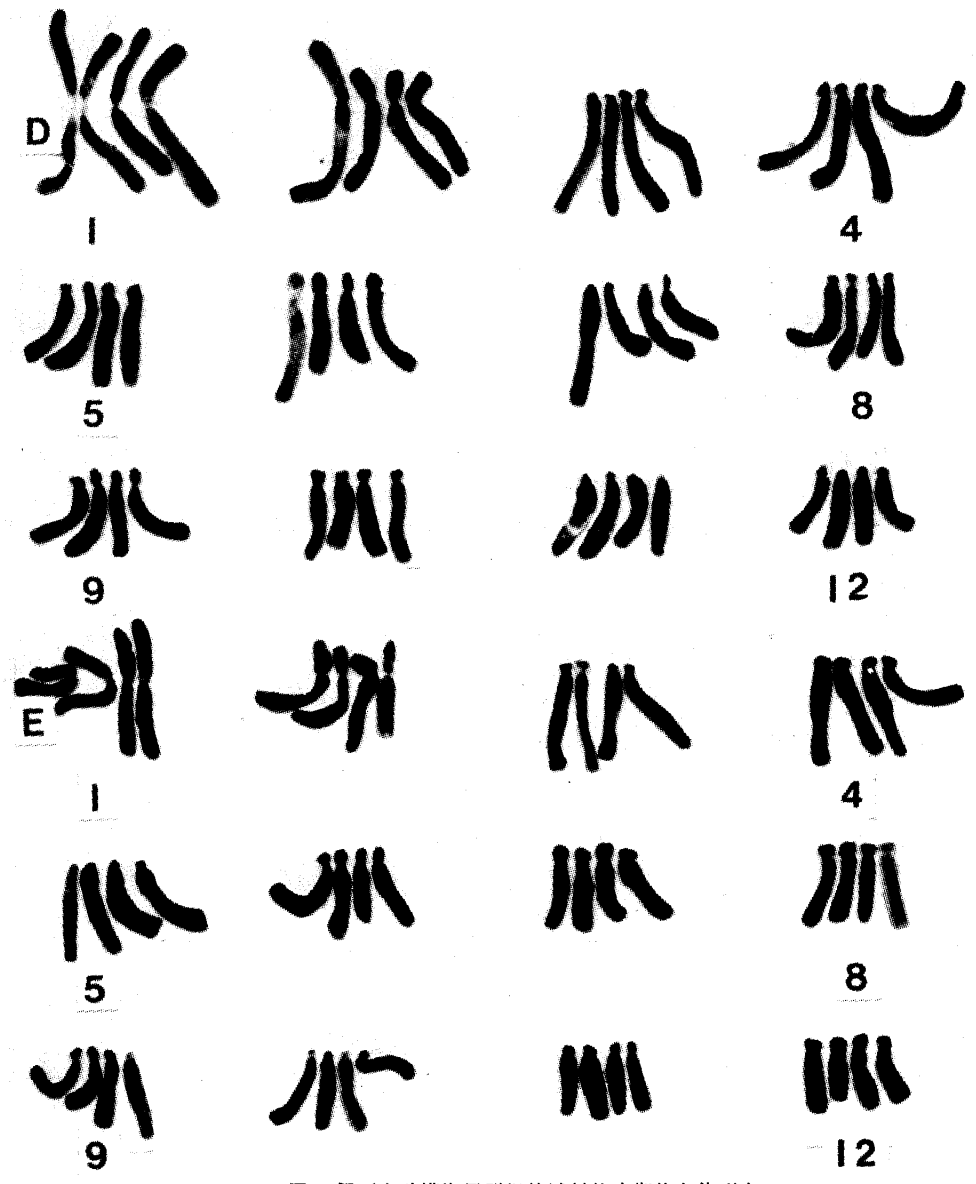


图 2 假百合碧塔海居群组培试材的中期染色体形态

Fig. 1 Photomicrographs of chromosomes metaphase in the root tip cell of Bitahai population from Zhongdian in *Notholirion bulbuliferum*.

D. metaphase (4x = 48, ×960); E. metaphase (4x = 48, ×960)

观察结果

假百合属植物的间期核（图 1：F），按 Tanaka, R.[12] 的分类划分，属于复杂中央微粒型。分裂前期染色体的构型（图 1：G），按 Tanaka, R.[13] 的分类划分，属于中间型。

1. 假百合 N. bulbuliferum (Lingelsh) Stearn

1）中甸碧塔海居群

核型A 图1：A 图3：A

核型公式 2n＝2x＝24＝2m+2sm+14st+6t. 染色体组实际总长度约 145.58 μm，最长染色体实际长度 17.53 μm，最短染色体实际长度 8.31 μm。染色体长度比 2.11，核型类型 3B 型，As.K% 值 81.34。核型中第 1, 2, 3 和 7 对两同源染色体不等长。

核型B 图1：B 图3：B

核型公式 2n＝2x＝24＝2m+2sm+10st+10t. 染色体组实际总长度约 142.33 μm，最长染色体实际长度 16.02 μm，最短染色体实际长度 8.52 μm。染色体长度比 1.88。核型类型 3A 型。As.K% 值 84.11。核型中第 1, 2, 3 和 7 对两同源染色体不等长。

小鳞茎经组织培养后，染色体加倍现象明显增加，在观察的 36 个中期细胞中，二倍体细胞有 12 个，占 1／3；四倍体细胞有 24 个，占 2／3。

核型C 图1：C 图3：C 组培试材

核型公式 2n＝2x＝24＝2m+2sm+10st+10t. 染色体组实际总长度约 167.84 μm，最长染色体实际长度 19.59 μm，最短染色体实际长度 7.24 μm。染色体长度比为 2.64。核型类型 3B 型。As.K% 值 83.05。核型中第 1, 2, 5, 7 和 12 对两同源染色体不等长。

核型D 图2：D 图3：D 组培试材

核型公式 2n＝4x＝48＝5m＋2sm＋15st＋26t. 染色体组实际总长度 165.20 μm，最长染色体实际长度 27.19 μm，最短染色体实际长度 9.38 μm，染色体长度比 2.77。核型类型 3B 型。As.K% 值 82.21。核型中第 1, 2, 4, 5, 6, 7 和 10 组其同源染色体不等长，最长与最短同源染色体相差实际长度分别是 2.15 μm, 5.85 μm, 3.18 μm, 2.56 μm, 1.33 μm, 4.92 μm 和 2.05μm。

核型E 图2：E 图3：E 组培试材

核型公式 2n＝4x＝48＝5m+2sm+26st+15t. 染色体组实际总长度约 147.33 μm，最长染色体实际长度 18.97 μm，最短染色体实际长度 8.45 μm。染色体长度比 2.25。核型 3B 型。As.K% 值 81.58。核型中第 1, 2, 3, 6, 8, 9 和 12 组其同源染色体差异很大，最长与最短染色体相差实际长度分别为 2.14 μm, 2.96 μm, 1.33 μm, 4.80 μm, 1.33 μm, 2.35 μm 和 1.33 μm。

2）中甸大雪山居群

核型A 图4：A 图5：A

核型公式 2n＝2x＝24＝2m+8st+14t. 染色体组实际总长度约 158.25 μm，最长染色体实际长度 23.58 μm，最短染色体实际长度 9.25 μm。染色体长度比 2.55。核型类型 3B 型。As.K.% 值 84.14。核型中第 1、2、3、5 和 8 对其两同源染色体不等长，相差实际长度分别是 5.19 μm、3.78 μm、1.50 μm、1.61 μm 和 2.17 μm。

核型B 图4：B 图5：B

核型公式 2n＝2x＝24＝2m+1sm+9st+12t. 染色体组实际总长度约 183.98 μm，最长染色体实际长度 28.64 μm，最短染色体实际长度 10.50 μm。染色体长度比 2.73。核型类型 3B 型。As.K% 值 83.65。核型中第 1, 2 和 11 对两同源染色体显著不等长，相差实际长度分别为 6.81 μm, 4.06 μm 和 1.67 μm。

核型C 图4：C 图5：C

核型公式 2n = 2x = 24 = 2m + 2sm + 12st + 8t. 染色体组实际总长度约 171.98 μm，最长染色体实际长度 19.06 μm，最短染色体实际长度 10.74 μm。染色体长度比 1.78。核型类型 3A 型。As.K% 值 82.78。核型中第 2 和 9 对两同源染色体不等长，相差实际长度分别为 1.57 μm 和 1.45 μm。

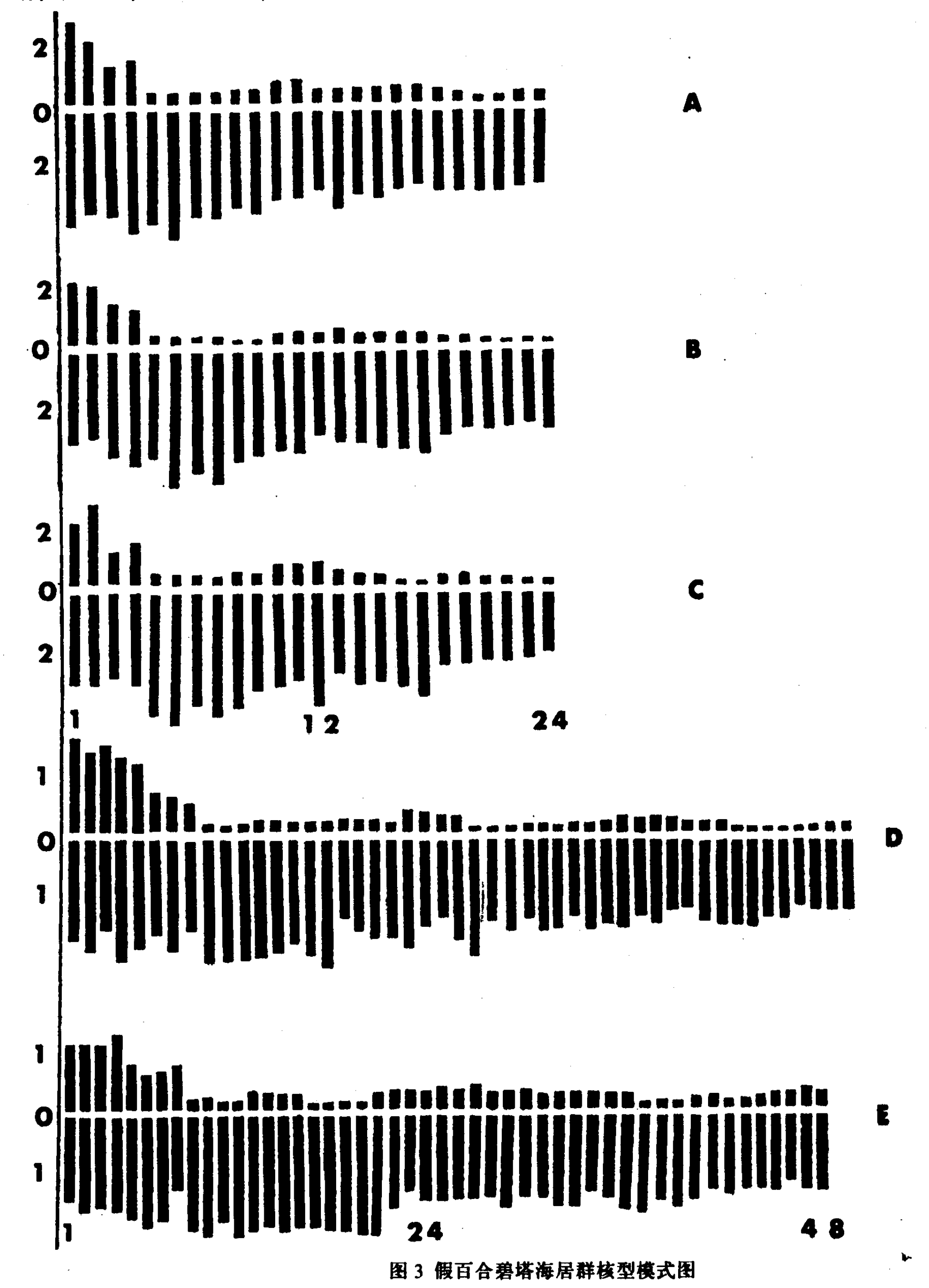


图 3 假百合碧塔海居群核型模式图

Fig. 3 The idiograms of Bitahai population from Zhongdian in *Notholirion bulbuliferum*

A. karyotype A; B. karyotype B; C. karyotype C; D. karyotype D; E. karyotype E

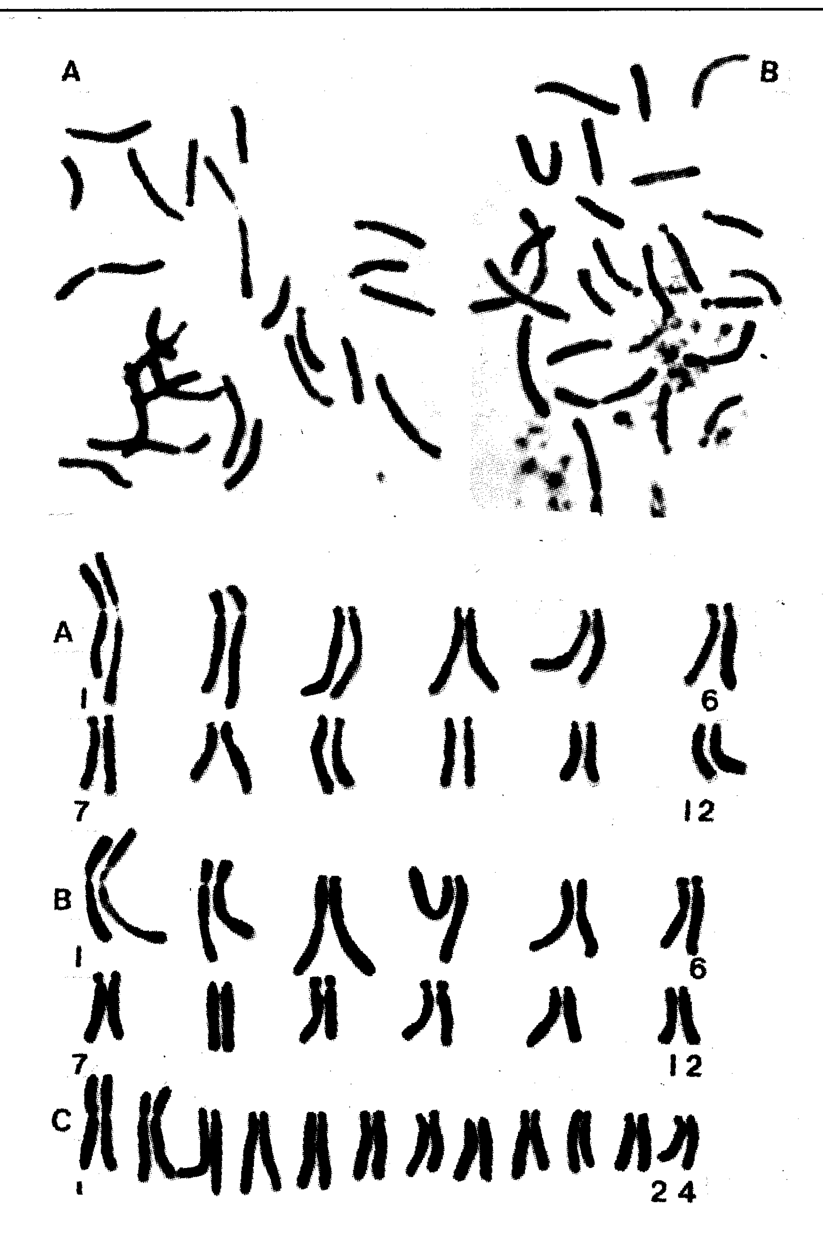


图 4 假百合大雪山居群中期染色体形态

Fig. 4 Photomicrographs of chromosomes at metaphase in root tip cells of Daxueshan population from Zhongdian in *Notholirion bulbuliferum*

A. karyotype A (× 1060); B. karyotype B (× 840); C. karyotype C (× 830)

2. 钟花假百合 N. campanutatum Cotton et Stearn

3）宁蒗小雪山居群

核型A　图6：A　图7：A

核型公式 $2n=2x=24=2m(2SAT)+2sm+8st(2SAT)+12t$. 染色体组实际总长度约 167.65 μm，最长染色体实际长度 22.62 μm，最短染色体实际长度 9.29 μm。染色体长度

比 2.43。核型类型 3B 型。As.K% 值 81.33。核型中第 1 对染色体 (m) 短臂近着丝粒处有一居间随体，第 9 对染色体 (st) 长臂上有一次缢痕。第 2 对两同源染色体不等长，相差实际长度 1.31 μm。

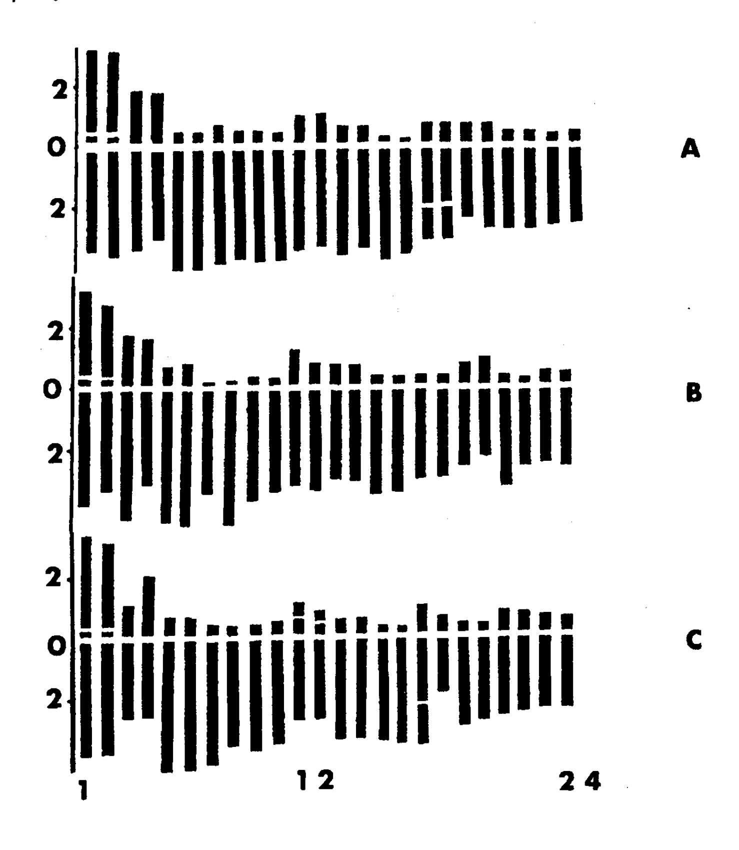


图 5　假百合大雪山居群核型模式图

Fig. 5 The idiograms of Daxueshan population from Zhongdian in *Notholirion bulbuliferum*

A. karyotype A; B. karyotype B; C. karyotype C

核型 B　图 6: B　图 7: B 组培试材

核型公式 2n = 2x = 24 = 2m(2SAT)+4sm+6st+12t. 染色体组实际总长度约 145.14 μm，最长染色体实际长度 17.11 μm，最短染色体实际长度 8.00 μm。染色体长度比 2.14。核型类型 3B 型。As.K% 值 81.32。核型中第 1 对染色体短臂靠近着丝粒处有一居间随体，第 6 和第 10 对各有一同源染色体变异为 sm。第 1, 2, 4 和 11 对两同源染色体不等长，相差实际长度分别为 1.11 μm, 4.88 μm, 4.78 μm 和 1.56 μm。

核型 C　图 7: C

核型公式 2n = 2x = 24 = 3m(2SAT)+sm+8st(3SAT)+12t. 染色体组实际总长度约 156.88 μm，最长染色体实际长度 22.71 μm，最短染色体实际长度 9.41 μm。染色体长度比 2.41。核型类型 3B 型。As.K% 值 79.69。核型中第 1 对染色体 (m) 短臂紧靠着丝粒处有一居间随体，第 2 对两同源染色体短臂相差实际长度 1.88 μm，分别为 m 和 sm。第 9 对一同源染色体长臂在次缢痕附近发生断裂后缺失或易位，减少实际长度约 3.53 μm，第

6对染色体短臂上有一次缢痕。

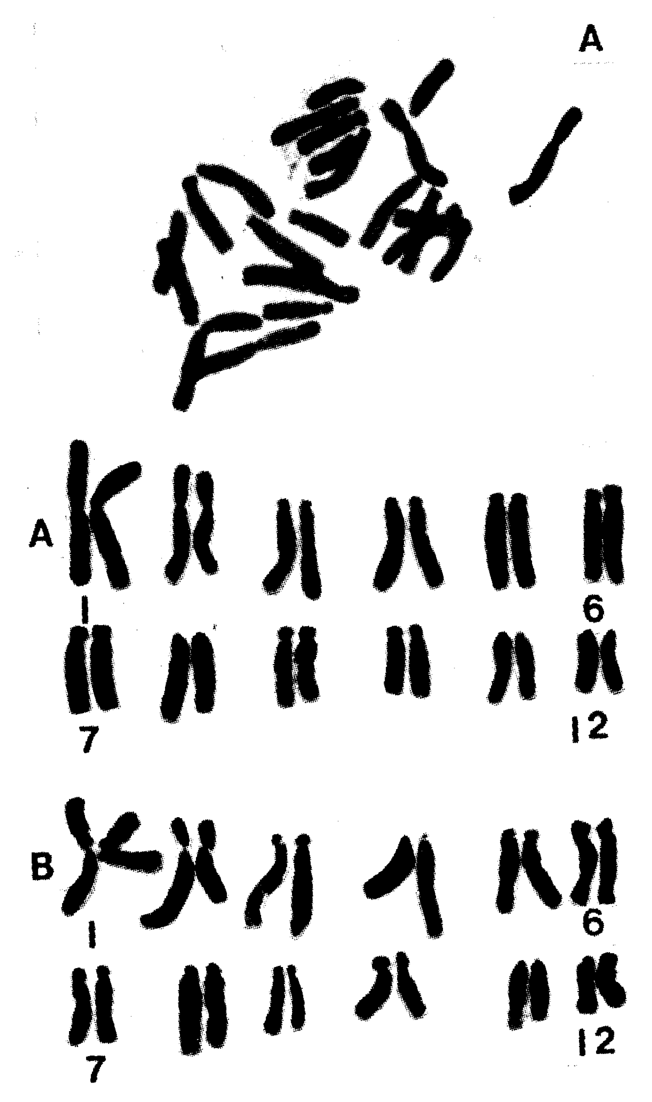


图6 钟花假百合小雪山居群中期染色体形态

Fig. 4 Photomicrographs of chromosomes at metaphase in root tip cells of Xiaoxueshan population from Ninlang in *Notholirion campanulatum*

A. karyotype A (×840); B. karyotype B (×900, culture)

4)维西维登居群

核型C 图8：A 图9：A 组培试材

核型公式 2n=2x=24=2m+1sm+9st(2SAT)+12t. 染色体组实际总长度约 169.06 μm，最长染色体实际长度 20.67 μm，最短染色体实际长度 10.00 μm。染色体长度比 2.07。核型类型 3A 型。As.K% 值 82.15。核型中第2对一同源染色体为 sm，另一同源染色体为 st，且两长臂相差实际长度约 2.00 μm。第6对染色体(st)短臂上有一次缢痕。

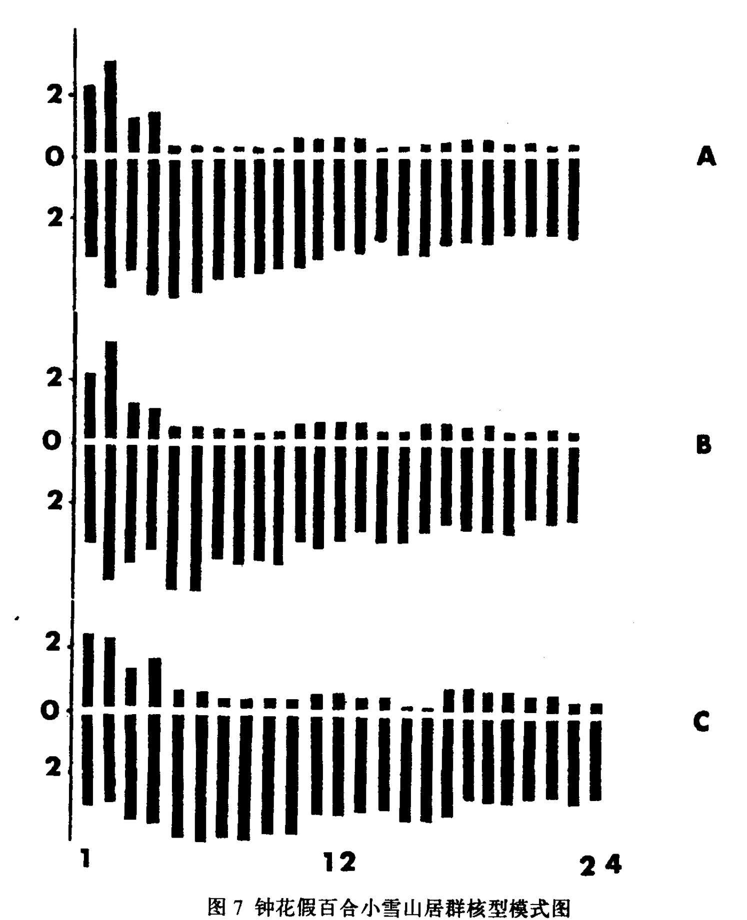


图 7 钟花假百合小雪山居群核型模式图

Fig. 7 The idiograms of Xiaoxueshan population from Ninlang in *Notholirion campanulatum*

A. karyotype A; B. karyotype B; C. karyotype C

核型 B　图 8：B　图 9：B 组培试材

核型公式 2n＝2x＝24＝2m+3sm+8st(SAT)+11t. 染色体组实际总长度约 176.44 μm，最长染色体实际长度 23.93 μm，最短染色体实际长度 10.06 μm。染色体长度比 2.38。核型类型 3B 型。As.K% 值 81.62。核型中第 1 对染色体 (m) 两同源染色体相差实际长度约 1.84 μm，第 2 对一同源染色体为 sm，另一同源染色体为 st，且两长臂相差实际长度约 2.09 μm。第 7 对染色体 (sm) 两同源染色体长臂相差实际长度约 1.33 μm。第 6 对一同源染色体 (st) 短臂上有一次缢痕，另一同源染色体短臂在次缢痕处断裂而缺失或易位为 t，两同源染色体相差实际长度约 3.19 μm。第 3 对和第 11 对两同源染色体不等长，相差实际长度分别为 3.19 μm 和 2.21 μm。

5)贡山东哨房居群

核型 A　图 10：A　图 12：A

核型公式 2n＝2x＝24＝4m(2SAT)+10st(4SAT)+10t. 染色体组实际总长度约 126.81 μm，最长染色体实际长度 15.01 μm，最短染色体实际长度 7.48 μm。染色体长度比 2.01。核型类型 3B 型。As.K% 值 81.28。核型中第 1 对染色体 (m) 短臂紧靠着丝粒处有

一居间随体，第 7 对 (st) 和 8 (st) 对染色体长臂上各有一次缢痕。第 1、2、3 和 10 对两同源染色体不等长，相差实际长度分别是 1.12 μm、1.84 μm、1.02 μm 和 1.53 μm。

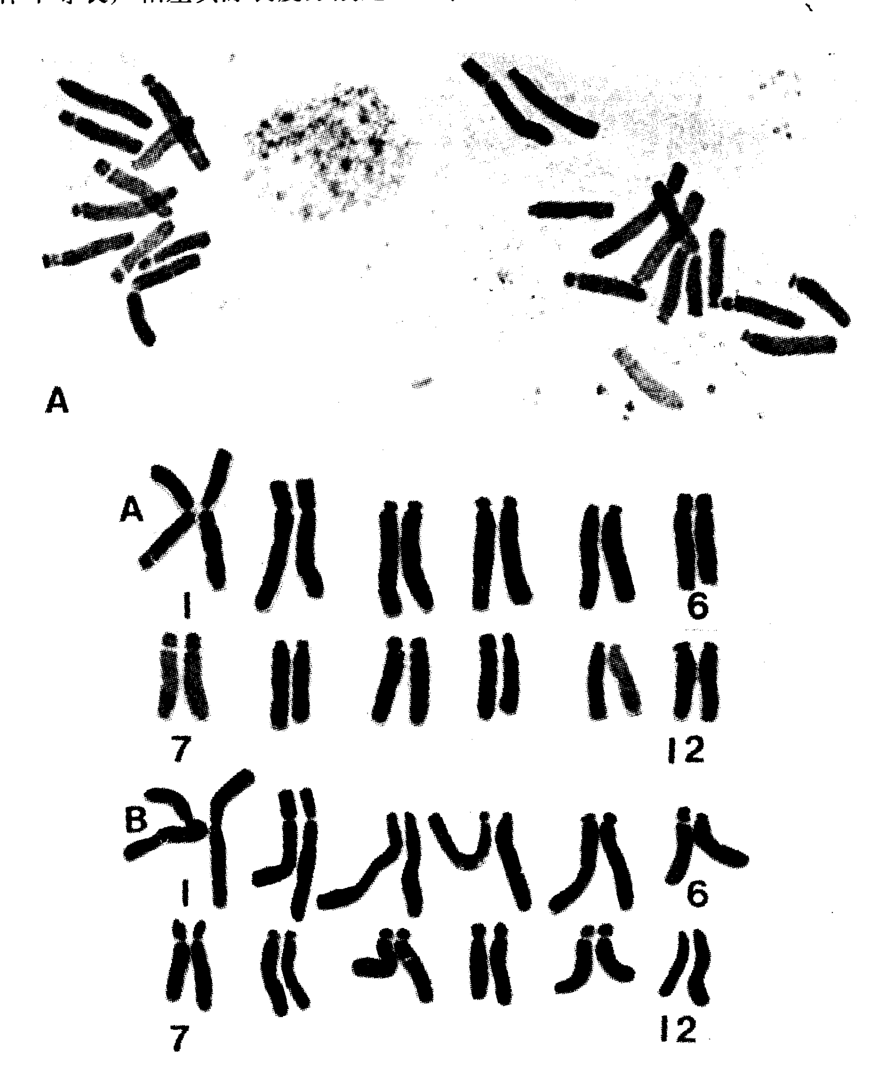


图 8 钟花假百合维登居群中期染色体形态

Fig. 8 Photomicrographs of chromosomes at metaphase in root tip cells of Viden population from Vixi in *Notholirion campanulatum*

A. karyotype A (×900, culture); B. karyotype B (×820, culture)

核型 B 图 10：B 图 12：B

核型公式 2n＝2x＝24＝2m(2SAT)+2sm+6st+14t. 染色体组实际总长度约 155.67 μm，最长染色体实际长度 20.09 μm，最短染色体实际长度 9.18 μm。染色体长度比 2.19。核型类型 3B 型。As.K% 值 81.76。核型中第 1 对染色体 (m) 短臂紧靠着丝粒处有一居间随体，第 8 对染色体 (st) 长臂上有一次缢痕，第 2、3 和 10 对两同源染色体不等长，相差实际长度分别为 1.34 μm、2.06 μm 和 1.55 μm。

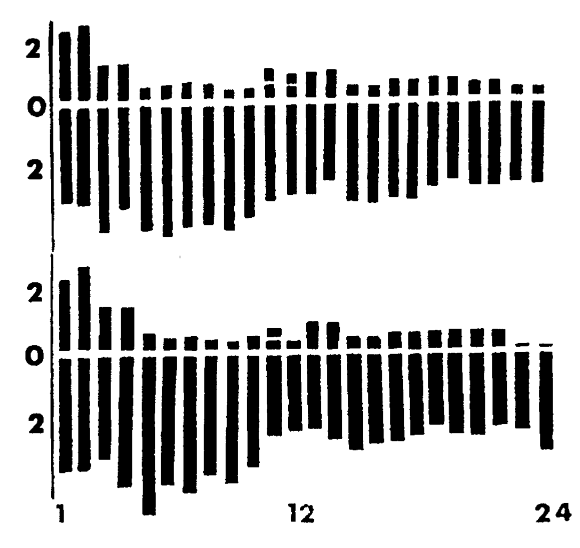


图 9 钟花假百合维登居群核型模式图

Fig. 9 The idiograms of Viden population from Vixi in *Notholirion campanulatum*

A. karyotype A; B. karyotype B

核型 C 图 10：C 图 12：C

核型公式 2n＝3x＝36＝2m+3sm+10st(SAT)+21t. 染色体组实际总长度约 181.05 μm，最长染色体实际长度 28.77 μm，最短染色体实际长度 8.77 μm，染色体长度比 3.28。核型类型 3B 型。As.K% 值 85.41。核型中，第 1 组两同源染色体为 m，另一同源染色体为 sm，第 2 组两同源染色体为 sm，另一同源染色体为 st 且长臂紧靠着丝粒处有一次缢痕。第 6、7 和 8 组染色体为 st，第 3、4、5、9、10、11 和 12 组染色体为 t。每组染色体中有 1 条同源染色体与其它 2 条同源染色体显著不等长，仅第 10 和 12 组其 3 条同源染色体基本等长。

核型 D 图 11：D 图 12：D

核型公式 2n＝3x＝36＝3m+2sm+13st+18t. 染色体组实际总长度约 163.84 μm，最长染色体实际长度 25.58 μm，最短染色体实际长度 8.84 μm。染色体长度比 2.89。核型类型 3B 型, As.K% 值 82.73。核型中，第 1 组染色体为 m，第 2 组 2 条同源染色体为 sm，另一条为 st，第 6、7、8 和 10 组染色体均为 st，第 3、4、5、9、11 和 12 组染色体均为 t。第 4、7、10 和 11 组其三条同源染色体基本等长。第 1、2、5、6、8 和 9 组中各有一条同源染色体与其它 2 条同源染色体不等长。

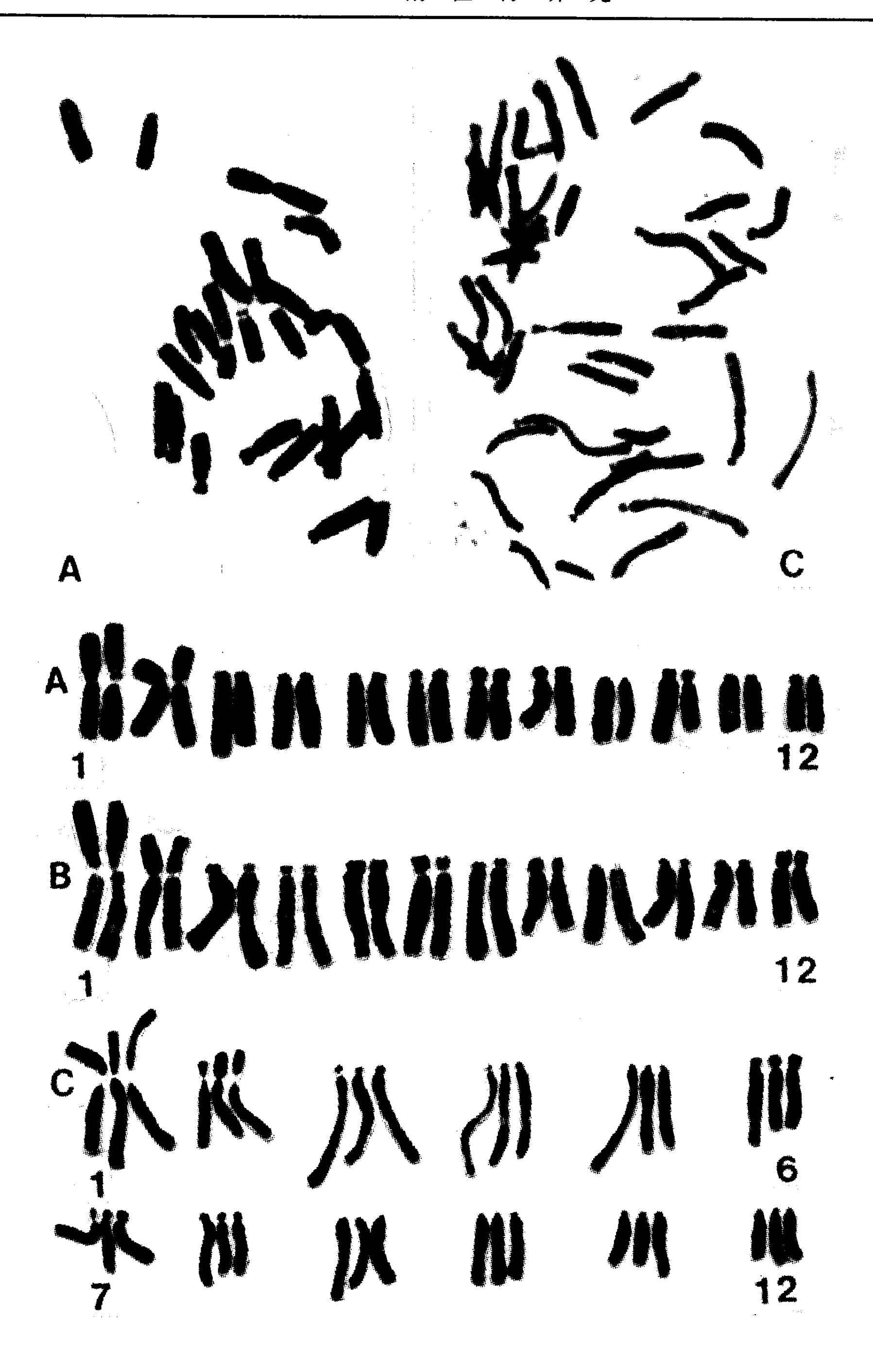


图 10 钟花假百合东哨房居群中期染色体形态

Fig. 10 Photomicrographs of chromosomes at metaphase in root tip cells of Dongshaofang population from Gongshan in *Notholirion campanulatum*

A. karyotype A (2x = 24, × 1000); B. karyotype B (2x = 24, × 970); C. karyotype C (3x = 36, × 730)

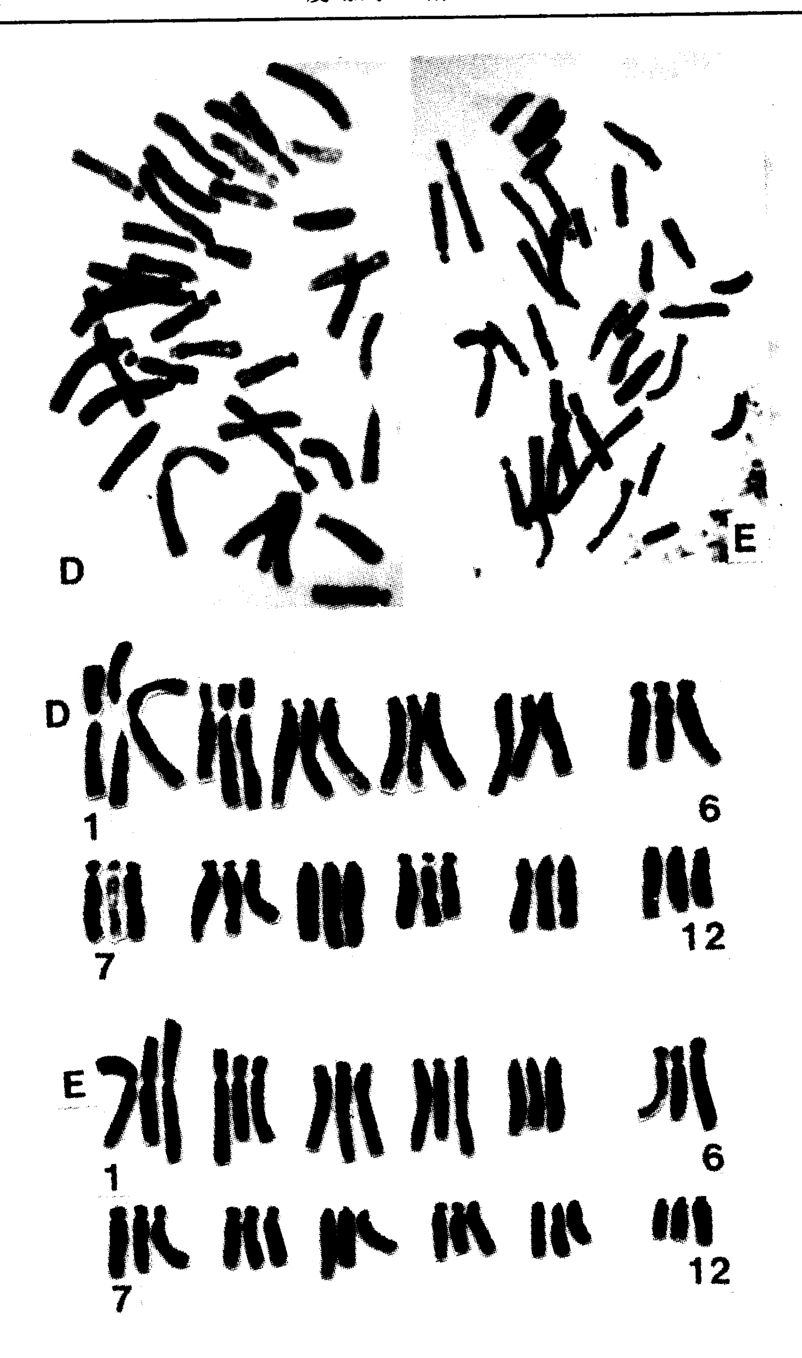


图 11 钟花假百合东哨房居群中期染色体形态

Fig. 11 Photomicrographs of chromosomes at metaphase in root tip cells of Dongshaofang population from Gongshan in *Notholirion campanulatum*

D. karyotype D ($3x=36$, $\times 860$); E. karyotype E ($3x=36$, $\times 710$)

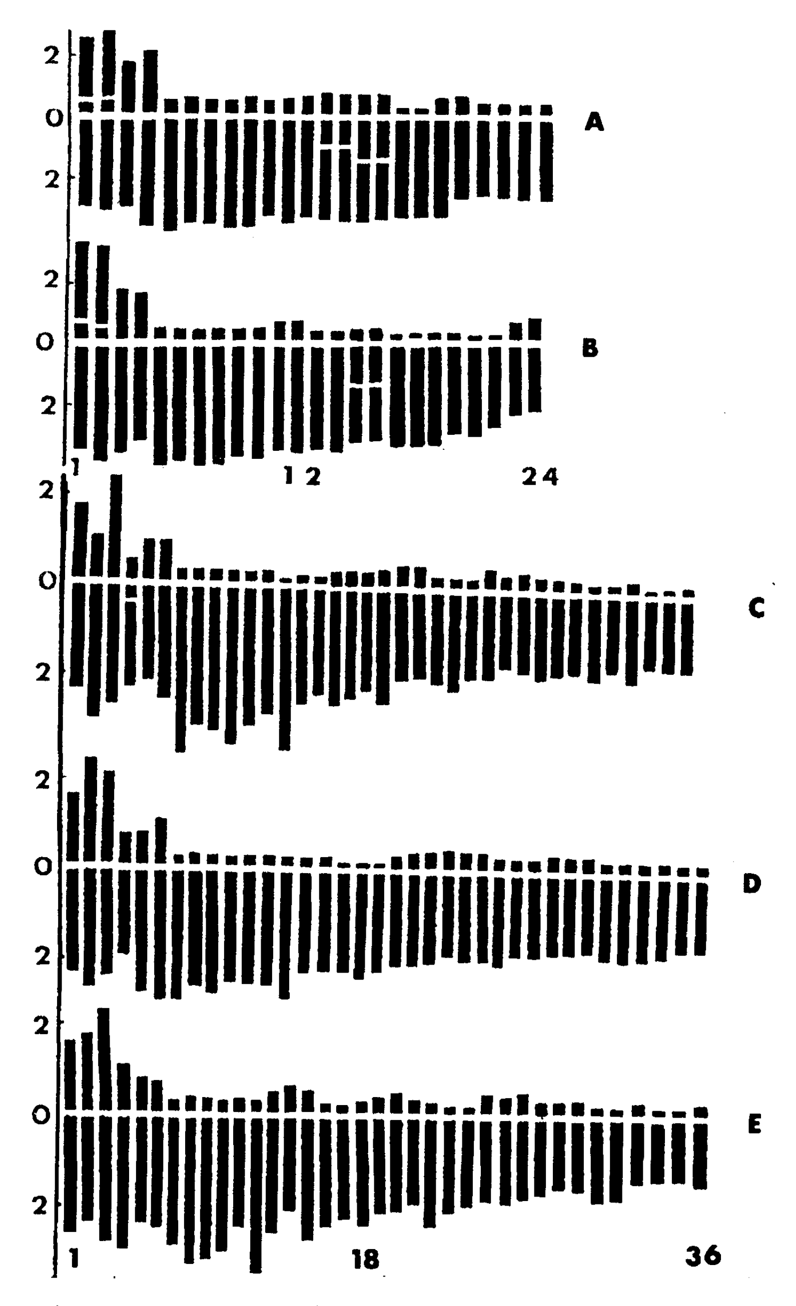


图 12 钟花假百合东哨房居群核型模式图

Fig. 12 The idiograms of Dongshaofang population from Gongshan in *Notholirion campanulatum*

A. karyotype A (2x = 24); B. karyotype B (2x = 24); C. karyotype C (3x = 36); D. karyotype D (3x = 36);

E. karyotype E (3x = 36)

核型 E 图 11：E 图 12：E

核型公式 2n = 3x = 36 = 3m+2sm+13st+18t. 染色体组实际总长度约 160.52 μm，最长染色体实际长度 25.63 μm，最短染色体实际长度 7.18 μm，染色体长度比 3.57。核型类型

3B 型，As.K% 值 82.32。核型中，第 5、7、8 和 10 组其 3 条同源染色体基本等长，第 1、2、3、4、6、9、10 和 12 组各有 1 条同源染色体与其它 2 条不等长。该核型染色体形态特征与 D 有所不同。

讨　论

1. 假百合属的核型特征

N. bulbuliferum 和 *N. campanulatum* 的间期核均为复杂中央微粒型，前期染色体属于中间型，与前人的报道一致[7]。2 种假百合核型类型大多数为 3B 型，少数为 3A 或 3C 型。染色体组实际总长度 131.90—172.75 μm，染色体长度比 1.87—2.85, As.K% 值 74.65—85.37。通常，核型中有 2 对 m 或 sm 染色体，即第 1 和第 2 对，或是第 1 和第 3 对[6]；有 2—7 对 st 染色体，有 3—10 对 t 染色体。大多数核型中第 1、2、3、8 和 11 对其同源染色体明显不等长，呈现结构杂合性。

表 2　2 种假百合居群的核型特征

Table 2 The karyotypical characters in populations in two species of *Notholirion* Well ex Boiss

核型特征 karyotypical characters	Notholirion bulbuliferum			Notholirion campanulatum				
	中甸碧塔海居群	中甸大雪山居群	陕西秦岭太白山[6]	宁蒗小雪山居群	维西维登居群	大理苍山[7]	贡山东哨居群	
	2x	2x	2x	2x	2x		2x	3x
染色体组实际总长度 范围(μm)	145.58—167.84	135.20—183.71		145.14—167.65	169.06—176.44		126.81—155.67	160.52—181.05
平均	152.95	157.71	131.90	156.56	172.75		136.54	158.53
染色体长度比值 范围	1.88—2.90	1.76—2.53		2.14—2.44	2.07—2.38		1.79—2.26	2.21—3.57
平均(μm)	2.39	2.08	2.59	2.24	2.23	1.87	2.11	2.85
As.K. 范围值(%)	81.34—84.11	82.78—84.14		79.69—81.33	81.71—82.15		81.28—82.83	82.32—85.41
平　均	82.52	83.36	85.37	80.04	81.70	74.65	81.83	83.46
不等长同源染色体序号	1,2,3 7,8,12	1,2,3 5,8,11	1,2,3	1,2,4 8,11	1,2,3 6,7,9,11		1,2,10	1,2,3,4, 5,6,9,11
核型类型	3B 少数 3A	3B 少数 3A	3C	3B	3B 少数 3A	3A	3B	3B
次缢痕数	0	0	0	2—5	1—2	4	4—6	0—1

2. N. bulbuliferum 与 N. campanulatum 的核型差异

前者染色体组实际总长度 131.90—157.71 μm，后者 136.54—172.75 μm。前者染色体长度比 2.08—2.59，后者 1.87—2.85。前者 As.K% 值 82.52—85.37，后者 74.65—83.46。明显地，后者的核型参数的变幅大于前者。前者未发现次缢痕，后者在 m 或 st 染色体短臂或长臂上发现有次缢痕。前者仅有二倍体，后者既有二倍体又有三倍体。故此，*N. campanulatum* 的种内变异大于 *N. bulbuliferum* 的，即 *N. campanulatum* 的种内分化比 *N. bulbuliferum* 的更剧烈。

3. 假百合属核型多态性

N. bulbuliferum 和 *N. campanulatum* 的核型多态性主要表现为各居群内不同个体的核型公式有差异；第 1, 2, 3, 5, 7, 8, 11 和 12 对染色体变异显著，染色体类型多变，且同源染色体不等长的程度各异；染色体长度比变异较大。*N. campanulatum* 贡山东哨房居群内既有二倍体又有三倍体，其核型多态性最为丰富。详见表 2。

4. 假百合属核型多型性

核型多型性主要表现为种内居群间核型的差异，具体表现为种内各居群核型特征的不同（表 2）。例如，*N. bulbuliferum* 种内，陕西秦岭太白山假百合 (2n=2x=24=2m+2sm+20t)[7] 分化突出，与云南中甸碧塔海居群和大雪山居群差异明显。太白山假百合染色体组实际总长度最小，仅 131.90 μm；核型不对称性最高，3C 型，As.K% 值高达 85.37，染色体长度比 2.59；核型中有 10 对 t 染色体，无 st 染色体。*N. campaanulatum* 居群间分化明显。
核型多型性突出。大理苍山钟花假百合 (2n=2x=24=2m(2SAT)+2sm+14st(2SAT)+6t)核型对称性较强，3A 型，As.K% 值 74.65，染色体长度比 1.87，不等长同源染色体也最小。而贡山东哨房居群中二倍体和三倍体，其核型不对称性较强，3B 型，As.K% 值分别为 81.83 和 83.46，染色体长度比分别为 2.11 和 2.85，不等长同源杂色体最多，染色体类型变异也较突出，尤其三倍体。该居群较之其它居群分化最剧烈。*N. campanulatum* 的核型多型性还表现为各居群核型的次缢痕数不一致。

5. 假百合属组培材料的特点

假百合属植物其小鳞茎经过组织培养后，易发生染色体倍性和结构变异。两类变异的频率远远超出自然居群。离体条件频发的染色体畸变表明假百合属植物外植体具有较高的染色体畸变的潜能。与自然居群材料相比，组培核型的 As.K% 值有增大的趋势。本文出示的维西维登居群的组培核型，是相对较稳定、结构变异程度较低的代表。

综上所述，假百合属植物的核型具有多样性。1）染色体倍性变异, *N. campanulatum* 贡山东哨房居群中既有二倍体，也有三倍体。在人工组培条件下，假百合染色体数目变异的机率增大，染色体加倍现象明显增加，并有四倍体细胞形成。2）染色体结构变异，假百合属植物经常发生染色体结构变异，核型中第 1, 2, 3, 5, 8 和 11 对染色体变异较大，且其同源染色体明显不等长，呈现结构杂合性。其中，三倍体核型中染色体发生结构变异的程度最高，其同源染色体不等长的数目最多且不等长的程度也最大。看来，*N. campanulatum* 三倍体在其形成前，形成中和形成后，其染色体结构变异一直在发生，将来也还要继续发生。3）核型类型多样性，假百合属植物大多数核型为 3B 型，但也存在 3A 型或 3C 型。大家公认的，核型不对称性增强是一种进化现象。但在假百合属植物中从核型 3B 型变异为 3A 型，这种“逆转”也应视为一种进化现象。4）核型公式多样性，假百合属植物核型公式变异较大。

可以认为，分布于喜马拉雅-中国西南区的假百合属植物，一直受到造山运动的影响，染色体系统极不稳定，种间分化较明显，种内分化剧烈，居群内存在丰富的染色体多态性，居群间存在明显的核型多型性。假百合属植物的进化，可以通过减数分裂重组提供进化素材；还可以通过体细胞染色体倍性变异和染色体结构变异提供进化素材，并依靠所特有的无性繁殖优势，以主鳞茎和数以百计的小鳞茎来加以固定。假百合属植物将继续以这两种方式不断进化下去。

参 考 文 献

〔1〕汪发缵，唐 进. 中国植物志14卷. 北京：科学出版社，1980, 165—166.

〔2〕梁松筠. 百合科（狭义）植物的分布区对中国植物区系研究的意义. 植物分类学报，1995, 33(1): 27—51.

〔3〕汤彦承，梁松筠. 中国百合科的系统梗概及对今后研究的一些意见. 植物研究，1983, 3(2): 56—72.

〔4〕吴征镒，李 恒，杨崇仁. 百合族的细胞地理学及各属间系统关系. 云南植物研究，1994, 增刊 VI, 101—112.

〔5〕Darlington C D, Wylie A P. Chromosome atlas of flowering plants. London:George Allen & Unwin LTD, 1955, 358—359.

〔6〕徐炳声，刘 琰，陈铁山. 假百合核型的研究. 广西植物，1986, 6(1—2): 95—98.

〔7〕王 丽，顾志建，龚洵等. 百合科6属15种植物的细胞学研究. 植物分类学报，1993, 31(6): 549—559.

〔8〕朱澂等. 植物染色体及染色体制片技术. 北京：科学出版社，1982.

〔9〕李懋学，陈瑞阳. 关于植物核型分析的标准化问题. 武汉植物学研究，1985, 3(4): 297—302.

〔10〕Stebbins G L. Chromosomal evolution in higher plants. London: Edward Arnol, 1971. 87—90.

〔11〕Arano H. Cytological studies in Subfamily Carduoideae (Compositae) of Japan, Ⅸ. The karyotype analysis and phylogenetic consideration on Pertya and Ainsliaea (2). *Bot Mag Tokyo,* 1963, 76: 32—39.

〔12〕Tanaka R. Types of resting nuclei in Orchidaceae. *Bot Mag Tokyo,* 1971,**84:** 118—122.

〔13〕Tanaka R. Recent karyotype studies. In: Okawa K et al. (eds) Plant cytology. Asakura shoten, Tokyo. 1977. 293—326.